云　南　植　物　研　究　2004，**26**（1）：73～82
Acta Botanica Yunnanica

大风子科13个种的花粉形态*

陆　露，王　红**
（中国科学院昆明植物研究所生物多样性与生物地理学实验室，云南 昆明　650204）

摘要：利用光镜和扫描电镜对大风子科9属13个种的花粉形态进行了观察。花粉形状长球形或圆球形，除大风子属（*Hydnocarpus*）萌发孔为三拟孔沟，其余均为三孔沟；外壁纹饰在不同属、同属不同种间表现出明显的多样化，基本上可分为粗网状、细网状、穿孔状、穴状4种类型。研究认为花粉形态对于该科与近缘科以及属下的划分具有一定的意义。

关键词：大风子科；花粉形态
中图分类号：Q 944　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**0253－2700(2004)01－0073－10

Pollen Morphology of Thirteen Species of the Flacourtiaceae

LU Lu，WANG Hong**
(*Laboratory of Plant Biodiversity and Biogeography*，*Kunming Institute of Botany*，*Chinese Academy of Sciences*，Kunming 650204，China)

Abstract：The pollen grains of 13 species representing 9 genera of Flacourtiaceae were examined by light microscopy and scanning electron microscopy. These related genera have fairly similar in pollen shape (prolate-spheroidal) and tricolporate，though *Hydnocarpus* with indistinctly tricolporate. The pollen exine sculptures can be divided into 4 types：foveolate，finely reticulate，coarsely reticulate and perforate. Pollen morphology plays a certain role in the circumscription of among related families and different genera.

Key words：Flacourtiaceae；Pollen morphology

大风子科（Flacourtiaceae）由Candolle De（1824）建立。本科多为常绿或落叶乔木或灌木。全世界约有12族，93属，1 300余种（赖书绅，1994）。间断分布于新旧大陆热带地区，少数延伸至温带。以非洲属多，大洋洲最少。它是一个典型的热带性质且富于岛屿区系成分并且与各地理成分联系广泛的类群（樊国盛，1991，1995）。我国现有13属和2个栽培属（即鼻烟盒树属 *Oncoba* Forssk 和锡兰莓属 *Dovyalis* Mey. *ex* Arn.）约54种，主要分布在华南、西南，少数种类分布到秦岭和长江以南各省区（赖书绅，1999）。该科植物具有较高的经济价值，广东箣柊（*Scolopia saeva*）和柞木（*Xylosma racemosum*）木质优良，可制作家俱、器具；山桐子（*Idesia polycarpa* var. *vestita*）的果实种子可以榨油；锡兰果

* 基金项目：中国科学院知识创新工程重要方向项目（kscxz-sw-101A）和科技部科技基础性工作专项资金项目（2001DEA10009）资助。
** 通讯作者　To whom correspondence should be addressed. E－mail：WangHong@mail.kib.ac.cn
收稿日期：2003－05－12，2003－07－11接受发表
作者简介：陆露（1981－）女，硕士研究生，主要从事植物系统与进化的研究。

（*Dovyalis hebecarpa*）可食；有的种类可以作为绿化和观赏树种。

大风子科是一个系统位置较为复杂的科，它先后被置于不同的目，如 Violales（Cronquist，1968；Takhtajan，1969），Cistales（Gundersen，1950；Thorne，1968）或 Bixales（Hutchinson，1959）。APG（Angiosperm Phylogeny Group）（1998）系统将其置于 Malpighiales。Hutchinson（1967）在很大程度上完善了该科概念的界定，然而科下关系划分一直不太明确，长期以来存在争议。Miller（1975）认为大风子科是由异质的族组合成的松散的科，一些属的系统位置处于不确定的状况（*cf*. Willams，1965）。随着研究的进一步深入，属和种数量的不断增加，许多学者对大风子科做了一些分支学科的研究。Miller（1975）、Lemke（1987）研究了本科一些属的木材解剖；Heel（1984）等解剖了部分种的花和果实；Halle 和 Wilde De（1988）、Sonders（1983）等对本科产于南美和非洲少数种类的染色体数目有过零星报道；樊国盛（1991，1995）从解剖、叶脉、气孔等对该科植物作了比较系统的阐述。

Erdtman（1952）通过光镜对该科 25 属 35 种花粉形态进行了研究，虽然有的属现已被划入其它科中。Rethoré（1963）描述了 *Tissonia*，*Subourea* 和马达加斯加产 *Casearia* 的花粉形态；Campo Van 等（1965）、Bronckers（1967）和 Barth（1972）分别在非洲孢粉学丛书中描述了 6 个属和产于巴西南部一些种类的花粉形态；Schaeffer（1972）通过对 *Hydnocarpus* 34 种花形态的详细研究，探讨了该属的界定问题及其与相关属的关系；Keating（1973）观察了 51 属 151 种花粉，讨论了大风子科的属间关系。他基于孢粉学的特征分析所提出的大风子科与相关科的关系与 Takhtajan 系统比较吻合。但鉴于上述研究主要是采用光镜，因而对花粉外壁纹饰等描述在一定程度上不可能详尽或准确。Keating（1975）利用 SEM 和 TEM 对该科 17 个属与 Cochlospermaceae 和 Bixaceae 的花粉超微结构进行比较研究；随后，Gavrilova（1993）、Cruz 和 Granito（1995）、Perveen 和 Qaiser（2000）利用 SEM 对该科一些种的花粉形态做了研究。而我国学者对国产一些种类在光镜下也进行过零星观察（樊国盛，1995），《中国植物花粉形态》报道了该科 8 属 11 种，《中国热带、亚热带被子植物花粉形态》报道了 10 属 12 种，本文中部分种已报道过，但其主要是利用光镜对花粉的萌发孔、大小和形状等形态进行了一般性描述。

大风子科花粉形态多样化为系统分类研究提供了重要的信息。本文对该科 9 个属（其中 7 个属中国有分布，另 2 个属为热带美洲所产）13 个种植物的花粉形状、大小进行了光镜（LM）观察；萌发孔类型、外壁纹饰进行了电镜（SEM）观察和详细的描述。结合大风子科系统分类研究，比较了大风子科属间的花粉形态。

本文主要采用赖书绅（1999）的分类系统。孢粉学描述采用 Erdtman（1952）和 Punt 等（1994）的术语。

1 材料与方法

材料取自中国科学院昆明植物研究所标本馆（KUN）的蜡叶标本，凭证标本见表 1。

光镜制片按 Erdtman 的醋酸酐分解法：花药在冰醋酸中软化捣碎过滤，离心，水洗，分离花粉用醋酸酐硫酸混合液（9:1）分解，去杂，脱色，用 60% ~ 95% 酒精逐级脱水后制片。在 40 倍光镜下观察。测量花粉粒大小值每种 20 粒。

电镜样品制备：将处理后的花粉置于贴有双面胶的样品台上，真空喷镀铂金后在 KYKY - 1000B 型的扫描电子显微镜下观察并拍照。

表 1　材料来源

Table 1　The source of materials

种名 Taxon	凭证标本 Voucher	采集地点 Locality	海拔 Altitude/m
锡兰果 *Dovyalis hebecarpa*（Gardn.）Warb.	陈少卿 8183	广州，河南康乐村中大校医院附近	
大果刺篱木 *Flacourtia ramontchii* L 'Herit	中苏联合云南考察团 5412	西双版纳，勐海南糯山	1300
大叶龙角 *Hydnocarpus annamensis*（Gagnep.）Lescot et Sleumer	陈少卿 11633	广西龙津县大青山，那冬	300 ~ 500
毛叶山桐子 *Idesia polycarpa* Maxim. var. *vestita* Diels	浙博 3313	浙江，西天目山	
Lunania mexicana Brandeg	D. E. Breedlove \ F. Almeda 57262	Agua Azul Municipio of Palenque	600
文定果 *Muntingia colabura* L.	Sino-Thai Botanic Exp. 1407	Thanland Khao（Sok National Park）	70
山拐枣 *Poliothyrsis sinensis* Oliv.	邓世纬 90591	贵州	
广东箣柊 *Scolopia saeva* Hance	S. K. Lau 27129	海南	
柞木 *Xylosma racemosum*（Sieb. et Zucc.）Miq.	青藏队 6864	西藏，吉隆县吉隆区芒木玉热索	2100
毛枝柞木 *Xylosma racermosa* Miq. var. *glancescens* Franch.	武素功 61 ~ 3645	富宁县，剥隘甲村	530
光叶柞木 *Xylosma controversum* var. *glabrum* S. S. Lai	贵州队 3144	贵州，安龙县山公社笃山管理区	1100
Xylosma intermedium（Tr. & Planch.）Griseb et R. L Wilbur	R. L. Wilbur 29607	The Southern Edge of the Parque Nation Braulio Carrillo	2500 ~ 2700
长叶柞木 *Xylosma longifelium* Clos	安顺队 762	贵州兴义靖南公社	1100

2　结果

所观察 9 属 13 种植物的花粉为长球形或近球形，极面观三裂圆形；均以单粒形式存在，大小为中、小型，最大的是 *Hydnocarpus annamensis*，为 30.3 ~ 37.3 × 25 ~ 33.8 μm，属于中型粒；最小的是 *Muntingia colabura*，为 12.5 ~ 16.3 × 7.5 ~ 14.8 μm，属于小型粒。萌发孔为三孔沟和三拟孔沟。除 *Hydnocarpus annamensis* 内孔不明显外（图版Ⅱ：17 ~ 19），其余种类内孔明显。沟膜具明显的粗糙小颗粒。外壁纹饰上具有较大的属间差异，所观察的 13 种花粉按外壁纹饰可分为 4 种类型：粗网状、细网状、穿孔状、外壁光滑（局部有小穴）。主要形态特征见表 2。

类型 1（图版Ⅱ：17 ~ 19）

本类型仅包含 1 种。花粉外壁为粗网状纹饰。

2.1　大叶龙角 *Hydnocarpus annamensis*（Gagnep.）Lescot. et Sleumer（图版Ⅱ：17 ~ 19）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 34.3（30.3 ~ 37.3）× 29.4（25.0 ~ 33.8）μm；三拟孔沟，沟狭长，沟膜较平滑，内孔不明显；外壁为粗网状纹饰，网眼很大，网脊很窄，网眼有圆形，长方形和不规则形，大小不一，网纹在整个花粉表面分布均匀；该种分布在热带亚洲，我国云南、广西南部。

类型 2（图版Ⅰ：9 ~ 12，图版Ⅱ：13 ~ 16）

该类型花粉近球形至长球形，大小范围在13.8～25.0×10.8～20.0 μm，萌发孔为三孔沟，沟内孔一般较明显，花粉外壁为细网状纹饰，网眼，网脊的形状及大小，网眼的深浅、分布等因种而异。本类型观察了4属6种。

表2 13种花粉的形态特征

Table 2 Characters of the pollen morphology of thirteen species

种名 Taxon	极轴 P/μm	赤道轴 E/μm	P/E 值 /μm	形状 Shape	外壁纹饰 Exine sculpture	花粉类型 Type	图版 Plate
锡兰果 *Doryalis hebecarpa*	21.3±2.3	16.4±1.4	1.30	长球形	穿孔状	3	Ⅰ：6
大果刺篱木 *Flacourtia ramontchii*	19.1±2.2	15.7±2.1	1.22	长球形	细网状	2	
大叶龙角 *Hydnocarpus annamensis*	34.2±1.7	29.4±2.3	1.16	长球形	粗网状	1	Ⅱ：17～19
毛叶山桐子 *Idesia polycarpa* var. *vestita*	17.4±1.1	15.0±0.8	1.16	长球形	细网状	2	Ⅰ：9～11
Lunania mexicana	21.5±2.3	16.6±1.3	1.34	长球形	细网状	2	Ⅱ：15～16
文定果 *Muntingia colabura*	14.1±0.9	11.5±1.8	1.23	近球形至扁球形	穿孔状	3	Ⅰ：4～5
山拐枣 *Poliothyrsis sinensis*	19.9±0.8	13.9±0.8	1.44	长球形	穴状	4	Ⅱ：20～21
广东箣柊 *Scolopia saeva*	20.2±0.9	16.9±0.9	1.20	长球形	穿孔状	3	Ⅰ：7～8
光叶柞木 *Xylosma controversum* var. *glabrum*	17.3±1.7	14.7±1.3	1.18	近球形至近长球形	细网状	2	
Xylosma intermedium	21.3±2.0	17.9±1.7	1.18	长球形	穿孔状	3	Ⅰ：1～3
长叶柞木 *Xylosma longifelium*	15.4±1.1	13.8±1.3	1.12	近球形至近长球形	细网状	2	Ⅱ：14
柞木 *Xylosma racemosum*	25.9±2.1	17.8±1.6	1.46	长球形	穿孔状	3	
毛枝柞木 *Xylosma racermosa* var. *glancescens*	17.2±1.1	14.3±1.5	1.20	长球形	细网状	2	Ⅰ：12 Ⅱ：13

2.2 大果刺篱木 *Flacourtia ramontchii* L'Herit

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为19.1（16.3～25.0）×15.7（11.0～20.0 μm；三孔沟，沟狭长，近两极，沟膜粗糙；外壁为细网状纹饰，网眼大小不一，圆形或椭圆形，在极面和沟间区分布均匀，但在近沟缘处仅有少量小凹痕；该种分布在热带亚洲和亚洲，我国在广西、贵州、云南多有分布。

2.3 毛叶山桐子 *Idesia polycarpa* Maxim. var. *vestita* Diels（图版Ⅰ：9～11）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为17.4（15.8～19.5）×15.0（13.3～16.5）μm；三孔沟，但有的同一花粉粒上孔沟和拟孔沟同时存在，沟狭长，两端尖细，近两极，沟膜粗糙，有小颗粒状突起；外壁为细网状纹饰，网眼为圆形，椭圆形和不规则形，大小不一，极面和沟间区的网眼较大，网脊窄，网眼从沟间区向沟缘处逐渐变小至穴网状，近沟缘处有稀疏的浅而小的凹陷，较平滑；该种分布在东亚，我国西北省区，中南、华东、华南、西南地区可见。

2.4 毛枝柞木 *Xylosma racermosa* Miq. var. *glancescens* Franch.（图版Ⅰ：12，图版Ⅱ：13）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为17.2（14.5～19.3）×14.3（10.8～17.5）μm；三孔沟，沟狭长，近两极，两端尖细，沟膜上小颗粒状突起，较粗糙；外壁细网状纹饰，网眼为圆形、椭圆形和不规则形，大小不一，沟间区的网眼较大，网脊较窄，而极面网眼小至穴网状，网眼在表面分布很均匀，在接近沟边缘很窄的区域无网眼，较光滑；该种特产于中国秦岭以南各省区。

2.5　长叶柞木 *Xylosma longifolium* Clos（图版Ⅱ：14）

花粉近球形至长球形，极面观三裂圆形；大小为 15.4（13.8 ~ 18.8）× 13.8（11. ~ 16.3）μm；三孔沟，沟狭长，近两极，两端尖细；沟膜上小颗粒状突起，较粗糙，内孔较圆；外壁细网状纹饰，网眼为圆形，椭圆形或不规则形，较深，网脊窄，网眼大小不一，在极面和沟间区的网眼较大，从沟间区向沟缘处渐变小至穴网状，近沟缘处区域很平滑；该种分布于我国南方各省和老挝、越南、印度等地。

2.6　光叶柞木 *Xylosma controversum* var. *glabrum* S. S. Lai

花粉近球形至长球形，极面观三裂圆形；大小为 17.3（15.8 ~ 21.3）× 14.7（12.0 ~ 16.3）μm；三孔沟，沟狭长，近两极，沟膜较粗糙；外壁细网状纹饰，网眼为圆形或不规则形，较深，网眼大小不一，在沟间区的网眼较大，从沟间区向沟缘处渐变小至穴网状，极面的网眼变小成穴网状，近沟缘处区域平滑；该种分布于我国南方及热带地区。

2.7 *Lunania mexicana* Brandeg（图版Ⅱ：15，16）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 21.5（18.3 ~ 25.0）× 16.1（13.0 ~ 17.8）μm；三孔沟，沟长而宽，两端钝，沟膜上具小颗粒状突起；外壁细网状纹饰至网状纹饰，网眼大，网脊窄，网眼为圆形、椭圆形和不规则形，大小不一，网眼在极面和沟间区较大，从沟间区向沟缘处渐变小至穴网状，近沟缘处无网眼而较平滑。该种分布于热带南美洲墨西哥至秘鲁。

类型 3（图版Ⅰ：1 ~ 8）

该类型花粉形状近长球形，大小范围 12.5 ~ 29.5 × 7.5 ~ 20.0 μm，萌发孔皆为三孔沟，花粉外壁为穿孔状纹饰，穿孔较细密，其大小、分布情况以及形状因种而异。本类型观察了 4 属 5 种。

2.8　广东箣柊 *Scolopia saeva* Hance（图版Ⅰ：7，8）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 20.2（18.8 ~ 22.5）× 16.9（15.0 ~ 18.0）μm；三孔沟，沟宽而短，两端较尖，使沟成长菱形；外壁纹饰为穿孔状，近赤道面上穿孔较小且细密，向两极方向穿孔逐渐变大，使得花粉表面较粗糙，近沟缘处穿孔稀或无而较平滑；该种产于我国福建、广东等省，越南也有分布。

2.9　锡兰果 *Doryalis hebecarpa*（Gardn.）Warb.（图版Ⅰ：6）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 21.3（18.0 ~ 26.8）× 16.4（15.0 ~ 20.0）μm；三孔沟，沟狭长，近两极，沟膜较粗糙；外壁具穿孔状纹饰，小穿孔细密均匀分布于花粉表面，但比较模糊；该种分布在热带地区，中国东南沿海较多。

2.10　文定果 *Muntingia colabura* L.（图版Ⅰ：4，5）

花粉近球形至扁球形，极面观三裂圆形；大小为 14.1（12.5 ~ 16.3）× 11.5（7.5 ~ 14.8）μm；三孔沟，沟狭长，沟膜粗糙；外壁纹饰为穿孔状，近赤道的小穿孔较大，以后向两极越来越小，与前者相反，极面上的小穿孔分布稀疏，近沟缘处的小穿孔稀或无而较平滑；该种分布于热带美洲和西印度群岛。

2.11 *Xylosma intermedium*（Tr. & Planch.）Griseb et R. L. Wilbur（图版Ⅰ：1 ~ 3）

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 21.3（16.5 ~ 23.8）× 17.9（13.8 ~ 20.0）

μm；三孔沟，沟长而宽，两端渐窄，沟膜上有小颗粒状突起；外壁为穿孔状纹饰，穿孔细密并均匀分布于花粉表面，只近沟缘处小穿孔稀少而较平滑；该种分布在热带和亚热带地区。

2.12 柞木 *Xylosma racemosum*（Sieb. et Zucc.）Miq.

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 25.9（22.5 ~ 29.5）× 17.8（13.8 ~ 20.0）μm；三孔沟，沟狭长，沟膜粗糙，外壁为穿孔状纹饰，穿孔为长椭圆形，花粉表面皱折，近沟缘处很粗糙，有小穿孔；该种在我国广泛分布。

类型 4（图版Ⅱ：20，21）

本类型仅包含 1 种。花粉外壁为穴状纹饰。

2.13 山拐枣 *Poliothyrsis sinensis* Oliv.

花粉近长球形，极面观三裂圆形；大小为 19.9（18.8 ~ 21.3）× 13.9（12.5 ~ 15.0）μm；三孔沟，沟狭长，近两极，沟缘凹凸不平；外壁为穴状纹饰，穴为圆形，大小均一，有的穴上有孔膜覆盖而形成颗粒状小突起，穴较疏松，在花粉表面的分布也不均匀，在沟间区较多，而近沟缘处较少或无，整个花粉外壁穿孔外的区域十分光滑，易与其它种区分；该种特产于中国秦岭以南各省区。

3 讨论

通过对 9 属 13 种花粉形态研究认为，花粉特征在该科下系统分类中能提供一定的依据。萌发孔内孔明显与否在属间有一定的差异，大风子属内孔不明显，为三拟孔沟，其余为明显的三孔沟。Hutchinson（1967）认为尽管大风子科一些族的花粉形状较为一致，外壁纹饰仍是多样化的。大风子属和山拐枣属分别为粗网状和穴状纹饰，较为特殊，分属于不同的族，即大风子族和山拐枣族；柞木属、山桐子属、刺篱木属、锡兰毒属的花粉形态十分相似，只是大小有异，外壁纹饰仅由细网状过渡至穿孔状，它们都属于刺篱木族；箣柊族的箣柊属为穿孔状；产于南美（墨西哥至秘鲁）和西印度群岛的脚骨脆族的 *Lunania mexicana* 和一般放在杜英科的 *Muntingia colabura* 为细网状和穿孔状；山拐枣属为穴状纹饰，花粉壁表面十分光滑，与其他属明显有别，这也为山拐枣族的建立提供了孢粉学证据。另外，在柞木属内不同种间，外壁纹饰表现了一定程度的多样化，如网状、细网状或穿孔状，因而在种间划分上也有一定价值。

从形态学观点来看，樊国盛（1995）认为大风子属和箣柊属在本科较为原始，柞木属、刺篱木属、锡兰莓属、山桐子属和山拐枣属为较为进化的类群。网状纹饰出现在大风子科中表现了原始性，山拐枣属在外部形态学上与其他各属有明显差别，且分布区已趋向于本科的北界，为一个相对独立的类型。因而作者推测花粉外壁纹饰粗网状纹饰网眼的逐步变小，使得较进化的类群向穿孔状甚至外壁光滑有小穴的趋势发展。可能花粉的演化顺序与该科内各族（属）的系统进化趋势有一定的相关性，当然还需要结合更多有关该科的孢粉学资料，作出进一步的研究。

花粉形态特征为大风子科系统学位置以及与其近缘科间关系的研究有一定价值。Keating（1973）提出大风子科与堇菜目一些科或科下的某些属在孢粉学上具有一定的联

系，并以此探讨它们之间的亲缘关系和演化水平。另外，*Muntingia* 属的系统位置比较有争议，Hutchinson 系统（1959）将其作为杜英科的一个属；而 Cronquist（1968）认为其短宽纵裂的花药仍为大风子科的特征，把这一单型的热带美洲属从杜英科移入大风子科；Takhtajan（1997）则将其置于椴树科。作者通过对 *Muntingia colabura* 花粉的研究，认为其基本特征与大风子科花粉形态具有一定相似性。Bayer 等（1998）根据形态学和分子生物学的证据将 *Muntingia* 分出与 *Dicraspidia* 和 *Neotessmannia* 共同组成 Muntingiaceae，为金虎尾目的一个分枝，该科的系统位置以及与相关科间的关系还有待进一步研究。

致谢　感谢英国爱丁堡植物园 M. Dickson 先生为本文提供部分文献资料；本所樊熙锴高级工程师协助拍摄花粉电镜照片，韦仲新研究员、硕士研究生蔡杰有益的讨论；云南大学生物系黄素华教授帮助审阅手稿、张永彪同学帮助图片处理。

〔参　考　文　献〕

中国科学院植物研究所形态室孢粉组，1995. 中国植物花粉形态［M］. 北京：科学出版社

中国科学院华南植物研究所形态研究室，1982. 中国热带、亚热带被子植物花粉形态［M］. 北京：科学出版社

赖书绅，1999. 中国植物志（第 52 卷第 1 分册），大风子科［M］. 北京：科学出版社，1—80

樊国盛，1995. 云南植物志第 6 卷，大风子科［M］. 北京：科学出版社，248—249

Barth OM，1972. Catalogo sistematico dos pollens das planta arboreas do Brasil meridiona Ⅰ：13. Flacourtiaceae e Caricaceae.（Catalogue of southern Brazilian pollen grains）［J］. *Mem Inst Oswaldo Cruz*（*Rio de Janeiro*），**70**（1）：1—13

Bayer C，Chase MW，Fay MF，1998. Muntingiaceae，a new family of dicotyledons with malvalean affinities［J］. *Taxon*，**47**（1）：37—42

Bronckers F，1967. Palynologie africaine，7 Sér. A，29［M］. Afrique Noire：Bull. Inst. Franc，471—472

Campo Van，Madeleline，1958. Palynologie africaine，2 Ser. A，20［M］. Afrique Noire：Bull. Inst. Franc，753—759

Candolle De，1824. Prodromus systematic naturalis regai vegatablis［M］. **1**：255

Cronquist A，1968. The evolution and classification of flowering plants［M］. Boston：Houghton Mifflin Co.

Cruz BM，Granito CR，1995. Flora polinica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga（Sao Paulo，Brasil）. Familia：50. Flacourtiaceae［J］. *Hoehnea*，**22**（1－2）：135—140

Doyle JA，1969. Cretaceous angisperm pollen of the Atlantic coastal plain and its evolutionary significance［J］. *Jour Arnold Arbor*，**50**：135

Erdtman G，1952. Pollen morphology and plant taxonomy. Aniosperms［M］. Stockholm：Almquist & wiksell

Fan GS（樊国盛），1991. The distribution and origin of Flacourtiaceae［J］. *J Southwest For Coll*（西南林学院学报），**11**（2）：125—133

Fan GS（樊国盛），1995. Systematics of Flacourtiaceae in China［J］. *J Southwest For Coll*（西南林学院学报），**15**（3）：1—86

Gavrilova OA，1993. Tipy skul'ptury pyl'tsevykh zeren I ikh znachenie dlya sistematiki semeistva Flacourtiaceae.（Types of pollen grain sculpture and their significance for systematics of the family Flacourtiaceae.）［J］. *Bot Zhurn*，**78**（12）：45—52

Gundersen A，1950. Families of Dicotyledons［M］. Waltham，Massachusetts

Halle N，Wilde De，1988. A biosystematica approach of trichostephanus acuminata［J］. *Adansonia*，**18**（2）：167—182

Heel Van，1984. Flower and fruit in Flacourtiaceae 5［J］. *Blumea*，**30**（1）：31—38

Hutchinson J，1959. The Families of Flowering Plants，2nd ed［M］. Oxford：Clarendon Press

Hutchinson J，1967. The genera of flowering. Dicotyledons［M］. London：Oxford Univ. Press

Lai SK（赖书绅），1994. Study material on Flacourtiaceae of China［J］. *Bull Bot Res*（植物研究），**14**（3）：221—230

Lemke De，1987．Morphology，wood anatomy and relationships of *Neopringlea*（Flacourtiaceae）［J］．*Syst Bot*，**12**（4）：609—616

Miller，1975．Systematic anatomy of the *Xylem* and comments on the relationship of Flacourtiaceae ［J］．*J Arn Arb*，**56**：20—102

Perveen A，Qaiser M，2000．Pollen flora of Pakistan：36，Flacourtiaceae ［J］．*Pakistan J Bot*，**32**（1）：1—3

Punt W，1994．Glossary of Pollen and Spore Terminology ［M］．Utrecht：LPP Foundation

Rethoré J，1963．Notes palynologiques sur quelques espèces Malgaches attribuées ã la famille des flacourtiacées ［J］．*Adansonia*，**3**：236—239

Richard Ck，1973．Pollen morphology and relationships of Flacourtiaceae ［J］．*Ann Miss Bot Gard*，**60**：273—305

Richard CK，1975．Trends of specialization in pollen of Flacourtiaceae with comparative observations of Cochlospermmaceae and Bixaceae ［J］．*Grana*，**15**（1－3）：29—49

Schaeffer A，1972．Pollen Morphology of the genus *Hydnocarpus*（Flacourtiaceae）with some notes on related genera ［J］．*Blumea*，**20**：65—87

Sonders RW，1983．Chromsome numbers from the Flora of Juan-Fernandez Islands（Chile）［J］．*Amer J Bot*，**70**（6）：799—810

Takhtajan A，1969．Flowering Plants Origin and Dispersal ［M］．Washington D．C：Smithsonian Institute Press

Takhtajan A，1997．Diversity and Classification of Flowering Plants ［M］．New York：Columbia Univ．Press，231

The Angiosperm Phylogeny Group，1998．An ordinal classification for the families of flowering plants ［J］．*Ann Miss Bot Gard*，**85**：531—553

Throne RF，1968．Synopsis of a putatively phylogenetic classification of the flowering plants ［J］．*Aliso*，**6**：57—66

Vincent S，Chase MW，Sara BH，*et al*，2000．Phylogenetics of flowering plants based on combined analysis of plastid *atp*B and *rbc*L sequences ［J］．*Syst Biol*，**49**（2）：306—362

Williams LO，1965．The story of two sterile specimens ［J］ *Ann Miss Bot Gard*，**52**：485—486

图版说明

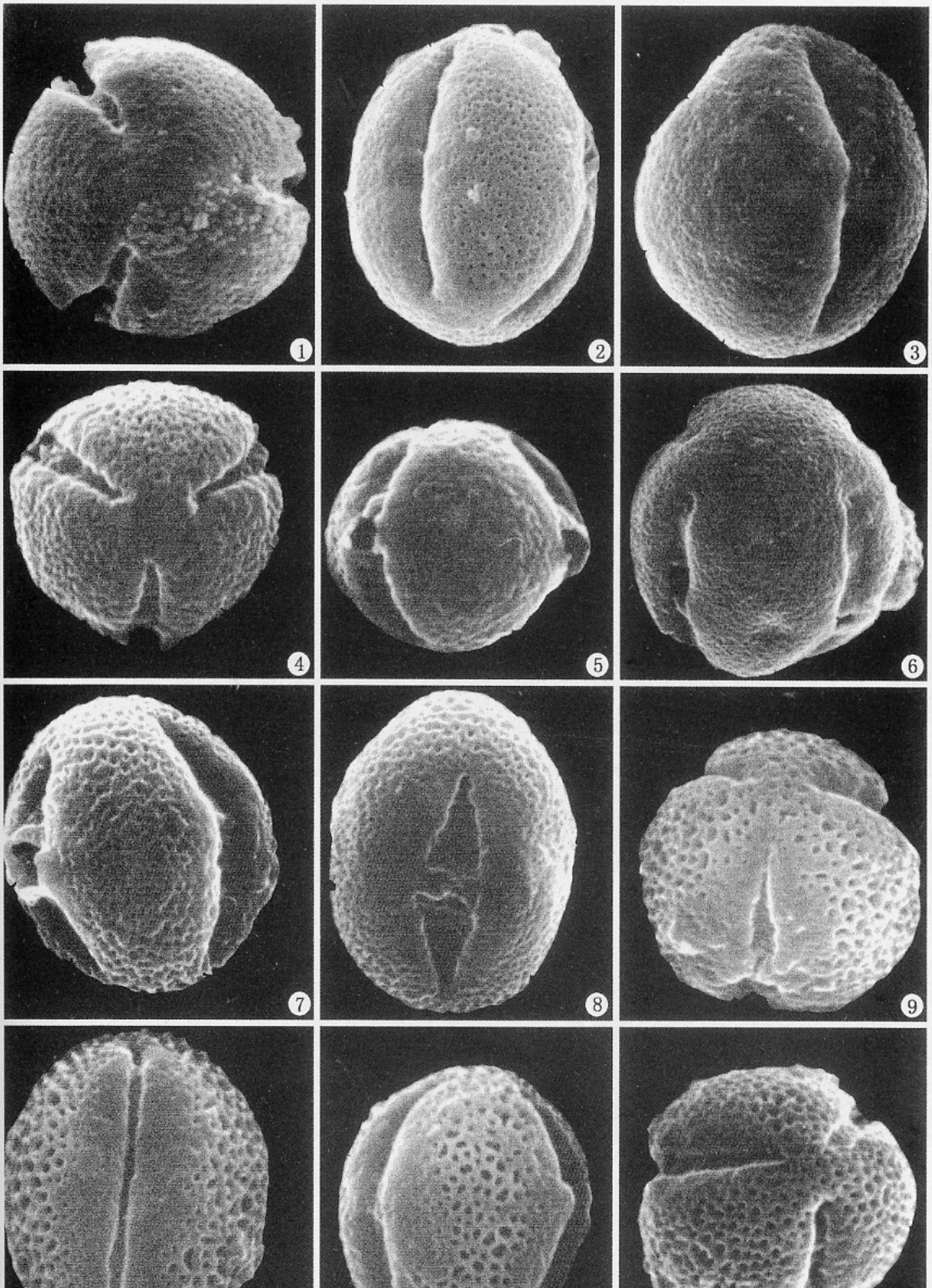
图版 I：1～12．1～3．*Xylosma intermedium* 1．**极面观**×5 000，2．**赤道面观**×4 800，3．**赤道面观**×5 000；4～5．*Muntingia colabura* 4．**极面观**×6 000，5．**赤道面观**×6 000；6．*Doryalis hebecarpa* **赤道面观**×6 000；7～8．*Scolopia saeva* 7．**赤道面观**×5 000，8．**赤道面观**×5 500；9～11．*Idesia polycarpa* var．*vestita* 9．**极面观**×6 000，10．**赤道面观**×6 000，11．**赤道面观**×5 500；12．*Xylosma racermosa* var．*glancescens* **极面观**×5 000

图版 II：13～21．13．*Xylosma racermosa* var．*glancescens* **赤道面观**×5 500；14．*Xylosma longifelium* **极面观**×5 500；15～16．*Lunania mexicana* 15．**赤道面观**×5 000，16．**赤道面观**×5 000；17～19．*Hydnocarpus annamensis* 17．**赤道面观**×3 000，18．**赤道面观**×2 800，19．**极面观**×2 800；20～21．*Poliothyrsis sinensis* 20．**赤道面观**×5 000，21．**赤道面观**×5 000

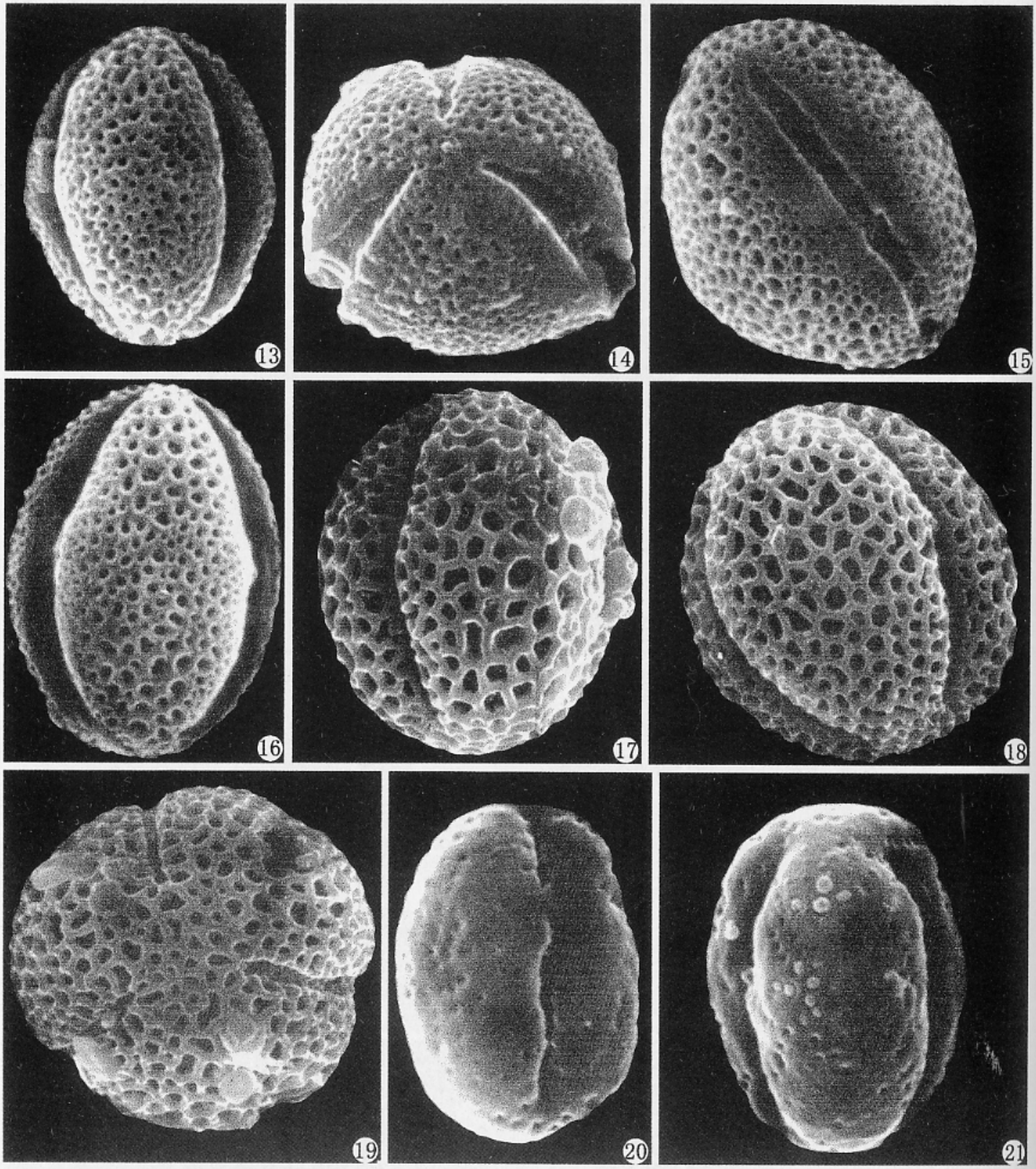
Explanation of Plates

Plate I：1～12．1～3．*Xylosma intermedium* 1．polar view×5 000，2．equator view×4 800，3．equator view×5 000；4～5．*Muntingia colabura* 4．polar view×6 000，5．equator view×6 000；6．*Doryalis hebecarpa* equator view×6 000；7～8．*Scolopia saeva* 7．equator view×5 000，8．equator view×5 500；9～11．*Idesia polycarpa* var．*vestita* 9．polar view×6 000，10．equator view×6 000，11．equator view×5 500；12．*Xylosma racermosa* var．*glancescens* polar view×5 000

Plate II：13～21．13．*Xylosma racermosa* var．*glancescens* equator view×5 500；14．*Xylosma longifelium* polar view×5 500；15～16．*Lunania mexicana* 15．equator view×5 000，16．equator view×5 000；17～19．*Hydnocarpus annamensis* 17．equator view×3 000，18．equator view×2 800，19．polar view×2 800；20～21．*Poliothyrsis sinensis* 20．equator view×5 000，21．equator view×5 000．



陆露等：图版 I　　LU Lu *et al* : Plate I



陆露等：图版 II

LU Lu *et al* : Plate II